

第二章

电阻电路的等效分析方法


第2章 电阻电路等效的分析方法

2.1 引言

电阻电路：仅由电源和线性电阻构成的电路

分析方法：①欧姆定律，基尔霍夫定律 ②等效变换

2.2 电路的等效变换

两端电路  无源 = 立布网络 ($i_{in} = i_{out}$)

i, u 相等的两端电路对外等效 (具有相同 VCR)

2.3 电阻的串连和并联

串连电阻：流过同一电流，电压等于各电阻之和

$$u = R_{总} i \quad P = R_{总} i^2 = P_1 + \dots + P_n$$

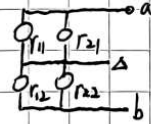
电阻消耗的功率与电阻大小成正比

并联电阻：电压相同，电流等于各电流之和

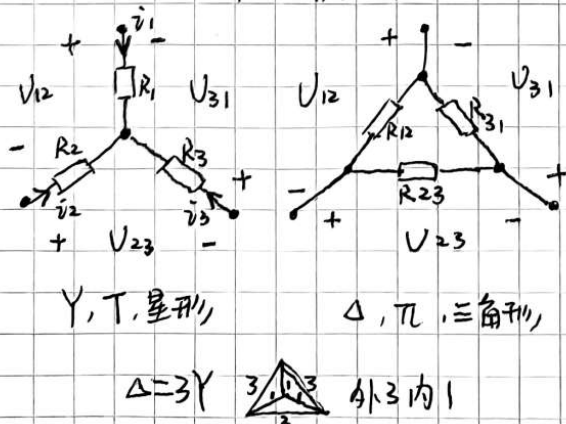
$$i = u G_{总} \quad P = G_{总} u^2$$

电阻消耗的功率与电阻大小成反比

串并联：有并串 (等效) (等效电阻针对端口而言)

惠斯通电桥： 若 $\frac{R_{11}}{R_{12}} = \frac{R_{21}}{R_{22}}$ ，则 Δ 上接元件，无电压/流
注：路可短/断路处理

2.4 电阻的Y形联接和 Δ 形联接的等效变换



$$\begin{aligned} R_{12} &= \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_3} \\ R_{23} &= \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_1} \\ R_{31} &= \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_2} \end{aligned}$$

$\Delta \rightarrow Y$ $Y \rightarrow \Delta$

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{R_{12} R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \\ R_2 &= \frac{R_{23} R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \\ R_3 &= \frac{R_{31} R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \end{aligned}$$

2.5 电压源、电流源的串连和并联

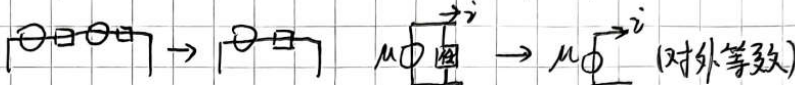
① 电压源的串、并联

串联 $u = u_{s1} + u_{s2}$



并联 $u = u_{s1} = u_{s2}$ 当且仅当 $u_{s1} = u_{s2}$ ，电流不确定

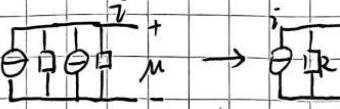
等效： $u = u_{s1} + R_1 i + u_{s2} + R_2 i = (u_{s1} + u_{s2}) + (R_1 + R_2) i = u_{sR} i$



② 电流源的串、并联

串联 $i = i_{s1} = i_{s2}$ \rightarrow 等效 i_{sR} (电压不确定)

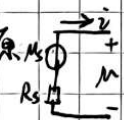
并联 $i = i_{s1} + i_{s2} + \dots + i_{sn} \rightarrow$ 等效 i_{sR}

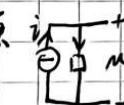
等效： $\frac{i}{R} = \frac{i_1}{R_1} + \frac{i_2}{R_2}$

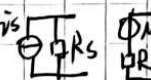


特例：与开路串联 \rightarrow 开路 与短路并联 \rightarrow 短路

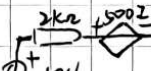
2.6 实际电源的两种模型及其等效变换

实际电压源  u_s 开路电压 i_s 短路电流 $u = u_s - R_s i$

实际电流源  i_s 开路电压 $u_s = i_s R_s$ $i = i_s - G_s u$

等效： $R_s = R_s$ $i_s = u_s / R_s$

受控源也可以进行电源转换，但控制量不能去

公式法 (当受控源化不了时)：例：

$$\text{列出: } u = -500i + 2000i + 10 \rightarrow \text{画出 } \frac{1.5k\Omega}{10V} \rightarrow \text{画出}$$

接上：公式法

$u = f(i)$ 关联

公式： \rightarrow 把 ϕ 替换为 2Ω 电阻

$$\text{回路电流 } i_{\text{回}} = i - u/1$$

$$\therefore u = 1 + (i - \frac{u}{1}) \times 2 + (i - \frac{u}{1}) \times 1 + (i - \frac{u}{1}) \times 2$$

$$u = 1 + 5i - 5u \quad u = \frac{1}{6} + \frac{5}{6}i$$

2.7 输入电阻 输入电阻 $R_{in} = \frac{u}{i}$

计算方法：

① 只含电阻：串并 Δ -Y 变换得出

② 有受控源：在端口加电压源，求电流

或：端口加电流源，求电压 $R_{in} = \frac{u}{i}$

③：把电压源看成导线，电流源看成开路

输入电阻值可能为负

戴维宁电路：电路 \rightarrow 一电压源-电阻串联

诺顿电路：电路 \rightarrow 一电流源-电阻并联